

CONTROLLER FOR FUEL CELL SYSTEM

Publication number: JP2003173807 (A)

Publication date: 2003-06-20

Inventor(s): ARAI TAKAYUKI; UEHARA TETSUYA +

Applicant(s): NISSAN MOTOR +

Classification:

- international: B60L11/18; H01M8/00; H01M8/04; H01M8/10; B60L11/18; H01M8/00; H01M8/04; H01M8/10; (IPC1-7): B60L11/18; H01M8/00; H01M8/04; H01M8/10

- European:

Application number: JP20010371729 20011205

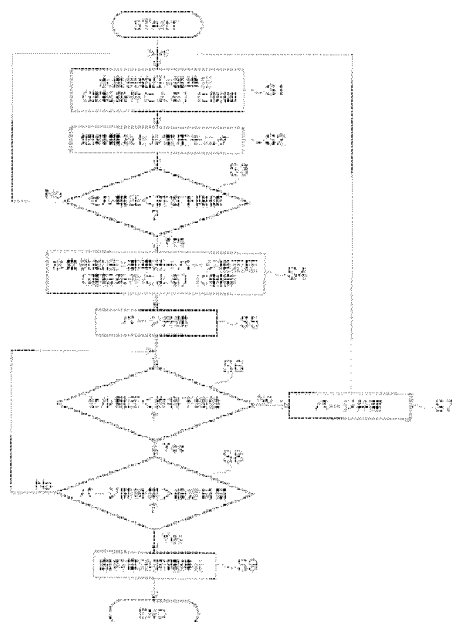
Priority number(s): JP20010371729 20011205

Also published as:

JP4209611 (B2)

Abstract of JP 2003173807 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve draining efficiency of water trapped in a fuel cell. ; SOLUTION: When a fuel cell stack is made to generate electricity by a control unit (a step S1), a cell voltage of the fuel cell stack is monitored by a cell voltage sensor (a step S2), and when the cell voltage is judged to be lower than a predetermined value (a step S3), a hydrogen gas supply regulator is controlled so as to raise fuel gas pressure (a step S4), and then, a purge open/close valve is controlled to switch from a closed state to an open state (a step S5). With this, a kinetic pressure of hydrogen gas pressure is generated to make an anode electrode side drain efficiently. Then, the cell voltage is estimated to be higher than the predetermined value (a step S6), the purge open/close valve 6 is controlled to switch from an open state to a closed state (a step S7). ; COPYRIGHT: (C)2003,JPO



Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-173807
(P2003-173807A)

(43)公開日 平成15年6月20日(2003.6.20)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	デマコト* (参考)
H 0 1 M	8/04	H 0 1 M 8/04	P 5 H 0 2 6
			J 5 H 0 2 7
B 6 0 L	11/18	B 6 0 L 11/18	G 5 H 1 1 5
H 0 1 M	8/00	H 0 1 M 8/00	Z
	8/10	8/10	
審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 12 頁)			

(21)出願番号 特願2001-371729(P2001-371729)

(22)出願日 平成13年12月5日(2001.12.5)

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 荒井 孝之

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72)発明者 上原 哲也

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(74)代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外7名)

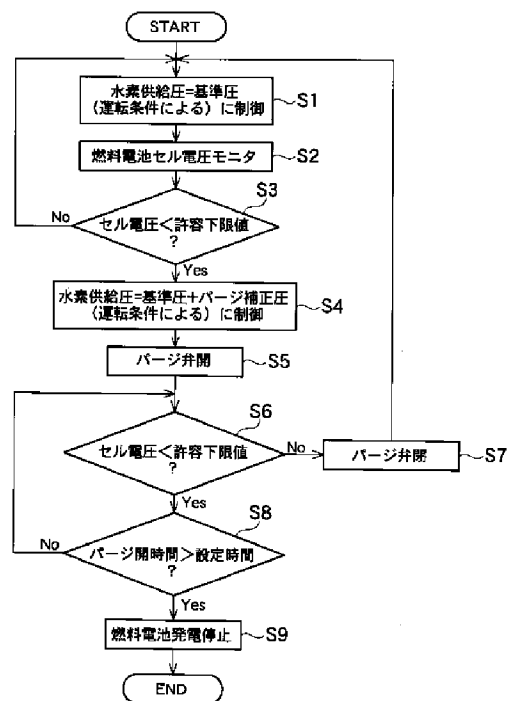
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料電池システムの制御装置

(57)【要約】

【課題】 燃料電池中に滞留した水の排水効率を向上させる。

【解決手段】 コントロールユニットにより燃料電池スタックを発電させているときに(ステップS1)、燃料電池スタックのセル電圧をセル電圧センサにより監視し(ステップS2)、セル電圧が所定値よりも小さいと判定した場合に(ステップS3)、燃料ガス圧力を上昇させるように水素ガス供給調圧弁を制御した後に(ステップS4)、パージ用開閉弁を閉状態から開状態にする制御をする(ステップS5)。これにより、水素ガス圧力の動圧を発生させてアノード極側の水は移出をする。そして、燃料電池スタックのセル電圧が所定値よりも大きいと判定した場合に(ステップS6)、パージ用開閉弁6を開状態から閉状態にする制御する(ステップS7)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 電解質膜を酸化剤極と燃料極とにより挟んで構成されたセル構造体を複数積層し、上記酸化剤極側に酸化剤ガスが供給されると共に、上記燃料極側に燃料ガスが供給されて発電する燃料電池と、上記燃料電池に酸化剤ガス及び燃料ガスを供給するガス供給手段と、上記燃料電池の燃料ガス出口と燃料ガス入口とを挿通する燃料循環路と、この燃料循環路に設けられ、上記燃料循環路内の気体の一部を外部に放出するパージ弁とを有する燃料電池システムを制御する燃料電池システムの制御装置において、

上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さいと判定した場合に、燃料ガス圧力を上昇させるように上記ガス供給手段を制御した後に上記パージ弁を閉状態から開状態にする制御をし、上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも大きいと判定した場合に上記パージ弁を開状態から閉状態にする制御をすることを特徴とする燃料電池システムの制御装置。

【請求項2】 電解質膜を酸化剤極と燃料極とにより挟んで構成されたセル構造体を複数積層し、上記酸化剤極側に酸化剤ガスが供給されると共に、上記燃料極側に燃料ガスが供給されて発電する燃料電池と、上記燃料電池に酸化剤ガス及び燃料ガスを供給するガス供給手段と、上記燃料電池の燃料ガス出口と燃料ガス入口とを挿通する燃料循環路と、この燃料循環路に設けられ、上記燃料循環路内の気体の一部を外部に放出するパージ弁とを有する燃料電池システムを制御する燃料電池システムの制御装置において、

上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さいと判定した場合に、上記パージ弁を周期的に開閉制御し、上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも大きいと判定した場合に上記パージ弁を閉状態にする制御をすることを特徴とする燃料電池システムの制御装置。

【請求項3】 電解質膜を酸化剤極と燃料極とにより挟んで構成されたセル構造体を複数積層し、上記酸化剤極側に酸化剤ガスが供給されると共に、上記燃料極側に燃料ガスが供給されて発電する燃料電池と、上記燃料電池に酸化剤ガス及び燃料ガスを供給するガス供給手段と、上記燃料電池の燃料ガス出口と燃料ガス入口とを挿通する燃料循環路と、この燃料循環路に設けられ、上記燃料循環路内の気体の一部を外部に放出するパージ弁とを有する燃料電池システムを制御する燃料電池システムの制御装置において、

上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さいと判定した場合に、燃料ガス圧力を上昇させるように上記ガス供給手段を制御した後に上記パージ弁を周期的に開閉制御し、上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも大きいと判定した場合に上記パージ弁を閉状態にする制御をすることを特徴とする燃料電池システムの制御装置。

【請求項4】 上記燃料電池システムは、上記燃料循環

路に複数のパージ弁を有し、

上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さいと判定した場合に少なくとも一のパージ弁を開状態にする制御をし、前記一のパージ弁を開状態にしてから所定期間経過後において上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さいと判定した場合に他のパージ弁を開状態にする制御をし、上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも大きいと判定した場合に開状態としたパージ弁を閉状態にする制御することを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れかに記載の燃料電池システムの制御装置。

【請求項5】 上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さいと判定した場合に、燃料ガス圧力を段階的に上昇させるように上記ガス供給手段を制御することを特徴とする請求項1又は請求項3に記載の燃料電池システムの制御装置。

【請求項6】 上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さいと判定した場合に、燃料ガス圧力を上昇させると共に、上記酸化剤極における酸化剤ガス流量を保持するように上記ガス供給手段を制御することを特徴とする請求項1、請求項3又は請求項5に記載の燃料電池システムの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば自動車等の駆動源として用いられ、燃料ガスとして水素ガス、酸化剤ガスとして空気が供給されて発電をし、水素循環路にパージ動作を行うためのパージ弁を有する燃料電池システムを制御する燃料電池システムの制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の燃料電池システムとしては、例えば特開平7-235324号公報に開示されたものが知られている。この燃料電池システムは、燃料電池スタックを運転することにより燃料電池スタック内に水が滞留したことを検出すると、燃料電池スタックのカソード側ガス流量を増加させて、酸素ガスの動圧により滞留水を吹き飛ばす動作をしていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の燃料電池システムでは、燃料ガスタンクから燃料電池スタックに供給する燃料ガス圧力を調整するに際して、燃料ガスを燃料電池スタックに供給しながら燃料ガス圧力を調整しているために、燃費が良好ではない。これに対し、従来より、燃料電池スタックの燃料ガス出口から排出される残存燃料ガスを燃料電池スタックの燃料ガス入口に循環させる燃料ガス循環流路を有する燃料電池システムが提案されている。

【0004】このような燃料電池システムでは、燃料電池スタック内の滞留水を排出する技術をアノード極側にも適用して滞留水の排出効率を向上させることが考えられる。しかし、燃料ガス循環流路に循環ポンプを有しな

い場合には、燃料電池スタックの燃料ガス消費量が変化しないと、燃料ガス圧力を高くしても燃料ガス供給量を増加させることは不可能である。すなわち、燃料ガス圧を燃料電池スタックの運転状況に合わせて一定に保った状態で、燃料ガス供給量を燃料電池スタックで消費した燃料ガス量以上とすることは不可能であり、アノード極側の水詰まり発生時には容易に燃料ガス流量を上昇させることはできない。

【0005】これに対し、水詰まりの発生を検出した場合には、パージ弁を開状態にし、燃料ガス供給流量を燃料電池スタックで消費した燃料ガス量とパージ弁からの排出ガス量との合計とする。これにより、燃料電池システムでは、パージ弁からの排出ガス量分を増加させて燃料ガスを燃料電池スタックに供給することができ、アノード極側での燃料ガス供給流量を増大させていた。しかし、燃料ガスを外部に放出することによる燃費の低下を招いてしまう。

【0006】また、燃料電池スタック内の滞留水の除去手法として、燃料ガス圧力を低下させることにより燃料電池スタックの電力出力を低下させてセル電圧を回復する手法があるが、一時的に意図した電力出力を得られない期間が発生するという問題点がある。特に、二次電池を搭載していない燃料電池システムでは、この問題が重要となる。

【0007】そこで、本発明は、上述した実情に鑑みて提案されたものであり、燃料電池中に滞留した水の排水効率を向上させることができる燃料電池システムの制御装置を提供するものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に係る燃料電池システムの制御装置は、電解質膜を酸化剤極と燃料極とにより挟んで構成されたセル構造体を複数積層し、上記酸化剤極側に酸化剤ガスが供給されると共に、上記燃料極側に燃料ガスが供給されて発電する燃料電池と、上記燃料電池に酸化剤ガス及び燃料ガスを供給するガス供給手段と、上記燃料電池の燃料ガス出口と燃料ガス入口とを挿通する燃料循環路と、この燃料循環路に設けられ、上記燃料循環路内の気体の一部を外部に放出するパージ弁とを有する燃料電池システムを制御するものである。

【0009】この燃料電池システムの制御装置は、上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さいと判定した場合に、燃料ガス圧力を上昇させるように上記ガス供給手段を制御した後に上記パージ弁を閉状態から開状態にする制御をし、上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも大きいと判定した場合に上記パージ弁を開状態から閉状態にする制御をする。

【0010】請求項2に係る燃料電池システムの制御装置は、電解質膜を酸化剤極と燃料極とにより挟んで構成されたセル構造体を複数積層し、上記酸化剤極側に酸化剤ガスが供給されると共に、上記燃料極側に燃料ガスが

供給されて発電する燃料電池と、上記燃料電池に酸化剤ガス及び燃料ガスを供給するガス供給手段と、上記燃料電池の燃料ガス出口と燃料ガス入口とを挿通する燃料循環路と、この燃料循環路に設けられ、上記燃料循環路内の気体の一部を外部に放出するパージ弁とを有する燃料電池システムを制御するものである。

【0011】この燃料電池システムの制御装置は、上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さいと判定した場合に、上記パージ弁を周期的に開閉制御し、上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも大きいと判定した場合に上記パージ弁を閉状態にする制御をする。

【0012】請求項3に係る燃料電池システムの制御装置は、電解質膜を酸化剤極と燃料極とにより挟んで構成されたセル構造体を複数積層し、上記酸化剤極側に酸化剤ガスが供給されると共に、上記燃料極側に燃料ガスが供給されて発電する燃料電池と、上記燃料電池に酸化剤ガス及び燃料ガスを供給するガス供給手段と、上記燃料電池の燃料ガス出口と燃料ガス入口とを挿通する燃料循環路と、この燃料循環路に設けられ、上記燃料循環路内の気体の一部を外部に放出するパージ弁とを有する燃料電池システムを制御するものである。

【0013】この燃料電池システムの制御装置は、上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さいと判定した場合に、燃料ガス圧力を上昇させるように上記ガス供給手段を制御した後に上記パージ弁を周期的に開閉制御し、上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも大きいと判定した場合に上記パージ弁を閉状態にする制御をする。

【0014】請求項4に係る燃料電池システムの制御装置では、請求項1乃至請求項3の何れかに記載の燃料電池システムの制御装置であって、上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さいと判定した場合に少なくとも一のパージ弁を開状態にする制御をし、前記一のパージ弁を開状態にしてから所定期間経過後において上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さいと判定した場合に他のパージ弁を開状態にする制御をし、上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも大きいと判定した場合に開状態としたパージ弁を閉状態にする制御をすることを特徴とする。

【0015】請求項5に係る燃料電池システムの制御装置では、請求項1又は請求項3に記載の燃料電池システムの制御装置であって、上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さいと判定した場合に、燃料ガス圧力を段階的に上昇させるように上記ガス供給手段を制御することを特徴とする。

【0016】請求項6に係る燃料電池システムの制御装置では、請求項1、請求項3又は請求項5に記載の燃料電池システムの制御装置であって、上記燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さいと判定した場合に、燃料ガス圧力を上昇させると共に、上記酸化剤極における酸化剤ガス流量を保持するように上記ガス供給手段を制御する

ことを特徴とする。

【0017】

【発明の効果】請求項1に係る燃料電池システムの制御装置によれば、燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さい場合に、燃料ガス圧力を上昇させるようにガス供給手段を制御した後にパージ弁を開状態から開状態にする制御をするので、パージ弁を開状態にした直後の燃料ガス圧力の動圧を大きくすることができる。したがって、この燃料電池システムの制御装置によれば、パージ弁を開状態にする期間を短縮することができ、パージ弁を開状態にすることによる燃料ガス排出量を少なくすることができ、排水効率を向上させることができる。

【0018】請求項2に係る燃料電池システムの制御装置によれば、燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さい場合に、パージ弁を周期的に開閉制御するので、燃料ガス圧力の変動回数を多くすることができる。したがって、この燃料電池システムの制御装置によれば、燃料ガス圧力の動圧発生回数を多くすることができ、排水効率をより向上させることができる。

【0019】請求項3に係る燃料電池システムの制御装置によれば、燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さい場合に、燃料ガス圧力を上昇させるようにガス供給手段を制御した後にパージ弁を周期的に開閉制御するので、燃料ガス圧力を上昇させることによる動圧の増加と、周期的にパージ弁を開閉制御することによる動圧発生回数の増加との相乗作用を発揮させることができ、パージ弁からの総水素ガス排出量が少なくても効率的に排水をすることができる。

【0020】請求項4に係る燃料電池システムの制御装置によれば、燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さい場合に少なくとも一のパージ弁を開状態にする制御をし、一のパージ弁を開状態にしてから所定期間経過後において燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さいと判定した場合に他のパージ弁を開状態にする制御をするので、更に燃料循環流路内の総ガス排出流量を増加することができ、更に動圧を増加させることができる。

【0021】請求項5に係る燃料電池システムの制御装置によれば、燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さい場合に燃料ガス圧力を段階的に上昇させるので、更に動圧を増加させることができ、排水効率をより向上させることができる。

【0022】請求項6に係る燃料電池システムの制御装置によれば、燃料電池のセル電圧が所定値よりも小さい場合に、燃料ガス圧力を上昇させると共に酸化剤極における酸化剤ガス流量を保持するので、燃料ガス圧力を上昇させると共に酸化剤ガス圧力を上昇させることにより酸化剤ガス流量が減少する場合であっても、酸化剤ガス流速が減って排水効率が低下することを防止することができ、排水効率を維持することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0024】本発明は、例えば図1に示すように構成された第1実施形態に係る燃料電池システム、及び図5に示すように構成された第2実施形態に係る燃料電池システムに適用される。

【0025】〔第1実施形態に係る燃料電池システムの構成〕第1実施形態に係る燃料電池システムに備えられる燃料電池スタック1は、固体高分子電解質膜を酸化剤極（カソード極）と燃料極（アノード極）とにより挟んで構成されたセル構造体が、セパレータを介して複数積層されてなるスタック構造となっている。また、この燃料電池スタック1では、内部に酸化剤ガスを通過させる酸化剤ガス流路、燃料ガスを通過させる燃料ガス流路、冷却水を通過させる冷却水流路が設けられている。そして、燃料電池スタック1は、上記酸化剤極側に酸化剤ガスとしての空気が供給されると共に、上記燃料極側に燃料ガスとしての水素ガスが供給される。これにより、燃料電池スタック1は、水分を媒体として膜中をそれぞれのイオンが移動して接触して発電する。

【0026】この燃料電池システムは、水素を貯蔵している水素タンク2、水素ガス供給調圧弁3、水素循環装置4及び加湿器5が水素ガス供給流路L1で挿通されて燃料電池スタック1の水素ガス入口1aに接続し、燃料電池スタック1の水素ガス出口1b、水素ガス入口1a、パージ用開閉弁6が水素ガス循環流路L2で挿通されてなる水素ガス系を備える。

【0027】水素ガス供給調圧弁3及びパージ用開閉弁6は、図示しないアクチュエータと接続され、コントロールユニット17からの制御信号に従ってアクチュエータが駆動することで開閉動作や開度が制御される。パージ用開閉弁6は、コントロールユニット17からの制御信号に従って開閉制御され、開状態にされることで、燃料ガス循環流路L2中及び燃料電池スタック1内の水素ガスを外部に排出する。

【0028】この燃料電池システムでは、燃料電池スタック1を運転するに際して、コントロールユニット17により水素タンク2に高圧状態で貯蔵された水素を水素ガス供給調圧弁3により調圧し、水素ガス供給流路L1を介して水素循環装置4に供給する。これにより燃料電池スタック1のアノード極側における水素ガス圧力を調整する。水素循環装置4は、水素ガス供給調圧弁3からの水素ガスと水素ガス循環流路L2を介して供給される水素ガスとを加湿器5に供給する。加湿器5は、内部に半透膜を有し、半透膜を介して純水と水素ガスとを隣接させることにより、水分子を半透膜を介して通過させて水素ガスの加湿をして燃料電池スタック1に供給する。

【0029】また、この燃料電池システムは、コンプレッサ7が空気供給流路L3に挿通され燃料電池スタック1の空気入口1cに接続し、燃料電池スタック1の空気

出口1 d、空気調圧弁8が空気排出流路L4に挿通されてなる酸化剤ガス系を備える。コンプレッサ7は、コントロールユニット17からの制御信号に従ってその回転数が制御されて駆動し、燃料電池スタック1に空気流量を調整して供給する。また、空気調圧弁8は、コントロールユニット17からの制御信号に従って動作し、その開度が調整される。

【0030】この燃料電池システムでは、燃料電池スタック1を運転するに際して、コントロールユニット17によりコンプレッサ7を駆動して空気を加湿器5に供給する。加湿器5では、水素ガスと同様に空気を加湿して燃料電池スタック1に供給する。このとき、燃料電池システムでは、コントロールユニット17により空気調圧弁8の開度を調整することで、燃料電池スタック1内、空気供給流路L3及び空気排出流路L4での空気圧力の調整をする。

【0031】更に、この燃料電池システムは、水タンク9、水ポンプ10、ラジエータ11、燃料電池スタック1、加湿器5が水循環流路L5で挿通されてなる水循環系を有する。また、この燃料電池システムにおける水循環系は、ラジエータ11を通過する水を冷却するラジエータファン12を備える。

【0032】このような燃料電池システムでは、水タンク9内の水を、水ポンプ10によりラジエータ11に供給してラジエータファン12の駆動量を制御することで水温度を制御し、燃料電池スタック1に供給することにより、燃料電池スタック1を冷却して温度調整をする。そして、燃料電池スタック1を冷却した水は、加湿器5に供給され、加湿器5での加湿に一部が使用されて再度水タンク9に蓄積される。

【0033】更にまた、この燃料電池システムは、加湿器5と燃料電池スタック1との間の水素ガス供給流路L1内の水素ガス圧力を検出する水素ガス圧力センサ13、加湿器5と燃料電池スタック1との間の空気供給流路L3の空気圧力を検出する空気圧力センサ14、コンプレッサ7に取り込まれる空気流量を検出する空気流量センサ15を備える。これらの水素ガス圧力センサ13、空気圧力センサ14、空気流量センサ15は、図1に示すように配設されることにより、燃料電池スタック1内の水素ガス圧力、空気圧力、空気流量を検出する。更にまた、燃料電池システムは、燃料電池スタック1を構成する各セルのセル電圧を検出するセル電圧センサ16を備える。これらのセンサは、その検出値をセンサ信号としてコントロールユニット17に出力する。

【0034】コントロールユニット17は、上述したように構成された各部を制御する。コントロールユニット17は、外部からの燃料電池スタック1を駆動開始する命令が入力されると、燃料電池スタック1に水素ガスを供給するように水素ガス供給調圧弁3を制御すると共に、燃料電池スタック1に空気を供給するようにコンプレ

ッサ7及び空気調圧弁8を制御する。更に、コントロールユニット17は、水ポンプ10及びラジエータファン12に制御信号を出力して燃料電池スタック1及び加湿器5中に水を循環させる。これにより、コントロールユニット17は、燃料電池スタック1を発電開始させる。

【0035】また、コントロールユニット17は、外部からアクセル開度などを示す信号に従った燃料電池スタック1の発電電力量を認識し、必要な水素ガス圧力及び空気圧力等の運転条件を認識する。そして、コントロールユニット17は、運転条件を実現するように、水素ガス圧力の調整をするように水素ガス供給調圧弁3を制御し、空気圧力の調整をするようにコンプレッサ7及び空気調圧弁8を制御し、燃料電池スタック1の温度調整をするように水ポンプ10及びラジエータファン12を制御する。ここで、コントロールユニット17は、水素ガス圧力センサ13、空気圧力センサ14、空気流量センサ15からのセンサ信号を参照することで、水素ガス圧力と空気圧力とをほぼ同じ圧力値とする。

【0036】更に、コントロールユニット17は、燃料電池スタック1を運転しているときに、セル電圧センサ16からのセンサ信号を入力し、燃料電池スタック1のセル電圧を監視し、燃料電池スタック1のアノード極及びカソード極の水詰まりによるセル電圧低下を検出する。

【0037】具体的には、コントロールユニット17は、検出したセル電圧と予め設定された許容下限値とを比較する。コントロールユニット17は、検出したセル電圧が許容下限値以下であるか否かを判定し、検出したセル電圧が許容下限値より小さい場合に、燃料電池スタック1内に滞留している水による各セルの発電能力の低下が発生して水排出が必要と判定し、パージ用開閉弁6の動作を制御する水排出処理をする。

【0038】ここで、燃料電池スタック1に水素ガスを供給しているときに、パージ用開閉弁6を閉状態から開状態、又は開状態から閉状態に動作させることにより、図2に示すように、水素ガス圧力センサ13にて検出される水素ガス圧力（燃料電池スタック1内の水素ガス圧力）が変化する動圧が発生する。この動圧は、パージ用開閉弁6を開閉動作させることにより、水素ガス供給流路L1内及び燃料電池スタック1のアノード極で水素ガス流速が変化することにより発生する。

【0039】すなわち、図2（b）に示すように時刻t1にてパージ用開閉弁6を閉状態から開状態とすると、水素ガス供給流路L1内での水素ガス流速が一時的に上昇して、図2（a）に示すように水素ガス圧力が一時的に低下する。そして、時刻t1～時刻t2（パージ期間）の間、パージ用開閉弁6を開状態とすると次第に水素ガス流速が低下することにより、次第に水素ガス圧力が元の圧力値に戻る。更に、時刻t2にてパージ用開閉

弁6を開状態から閉状態とすると、水素ガス供給流路L1内での水素ガス流速が一時的に低下し、水素ガス圧力が一時的に上昇する。

【0040】コントロールユニット17は、このようなパージ用開閉弁6の動作に応じた水素ガス圧力の動圧を利用して水排出処理をする。なお、この水排出処理を行うときのコントロールユニット17の詳細な処理内容については後述する。

【0041】また、このコントロールユニット17は、水排出処理を行うときに、パージ用開閉弁6の開閉状態を制御する前に、水素ガス圧力を燃料電池スタック1の運転条件やセル電圧低下代等により設定された所定圧力値まで上昇させるように水素ガス供給調圧弁3を制御する。

【0042】〔第1実施形態に係る燃料電池システムの動作〕つぎに、上述した第1実施形態に係る燃料電池システムの動作について図3のフローチャートを参照して説明する。

【0043】このフローチャートによれば、まず、コントロールユニット17により、燃料電池スタック1を発電させる発電電力量を示す信号を入力し、目標とする運転条件にて水素ガス圧力を調整している状態において、例えば所定期間毎にステップS1以降の水排出処理を行う。なお、この状態において、パージ用開閉弁6は、閉状態となっている。

【0044】まず、ステップS1において、コントロールユニット17により、現在の水素ガス供給圧力を水素ガス圧力センサ13からのセンサ信号により検出し、水素ガス圧力を基準水素ガス圧力にしてステップS2に処理を進める。

【0045】ステップS2において、コントロールユニット17により、ステップS1で基準水素ガス圧力としている状態におけるセル電圧をセル電圧センサ16からのセンサ信号により検出して、ステップS3に処理を進める。

【0046】ステップS3において、コントロールユニット17により、ステップS2で検出したセル電圧が許容下限値よりも小さいか否かを判定する。この許容下限値は、燃料電池スタック1に水詰まりが発生してセル電圧が低下したときの電圧値が予め設定されている。また、この許容下限値は、燃料電池スタック1に要求される発電電力に応じて可変させても良い。

【0047】コントロールユニット17により、セル電圧が許容下限値よりも小さいと判定したときには、アノード極にて水詰まりが発生していると判定して処理をステップS4に進め、小さくないと判定したときにはアノード極にて水詰まりによるセル電圧低下が発生していないと判定してステップS1に処理を戻す。

【0048】ステップS4において、コントロールユニット17により、水素ガス圧力を所定圧力値まで上昇さ

せるように水素ガス供給調圧弁3を制御する。すなわち、コントロールユニット17により、燃料電池スタック1に供給する水素ガス圧力を、ステップS1での基準水素ガス圧力と、所定圧力値まで上昇させるために増加させる圧力分のパージ補正圧力との圧力和とする制御をする。ここで、所定圧力値は、燃料電池スタック1の運転条件や、ステップS2で検出したセル電圧に応じたセル電圧低下代等により設定されている。

【0049】ステップS4の動作によって水素ガス圧力が所定圧力値となったことを水素ガス圧力センサ13からのセンサ信号から検出すると、ステップS5に処理を進め、コントロールユニット17により、パージ用開閉弁6を閉状態から開状態にするように制御して、ステップS6に処理を進める。

【0050】ステップS6において、コントロールユニット17により、パージ用開閉弁6を開状態とした後のセル電圧を検出して、セル電圧が許容下限値よりも小さいか否かを判定することにより、水詰まりが解消したか否かを判定する。コントロールユニット17により、セル電圧が許容下限値よりも小さく水詰まりが解消していないと判定したときにはステップS8に処理を進める。一方、セル電圧が許容下限値よりも大きく水詰まりが解消したと判定したときはステップS7に処理を進め、パージ用開閉弁6を閉状態にしてステップS1に処理を戻す。

【0051】ステップS8において、コントロールユニット17により、ステップS5においてパージ用開閉弁6を開状態にした時刻からの経過時間であるパージ弁開時間と設定時間とを比較し、パージ弁開時間が設定時間よりも長いと判定する。この設定時間は、水詰まりによる燃料電池スタック1の機能低下を抑制するために設定された時間である。

【0052】コントロールユニット17により、パージ弁開時間が設定時間よりも長いと判定したときには、ステップS9に処理を進め、燃料電池スタック1の機能低下を抑制するために、燃料電池スタック1の発電を停止させるように水素ガス供給調圧弁3を閉状態にすると共に、コンプレッサ7の動作を停止させる制御をする。一方、パージ弁開時間が設定時間よりも長くないと判定したときにはステップS6に処理を戻す。

【0053】このような動作を行う燃料電池システムによるセル電圧、水素ガス供給流量、水素ガス圧力、パージ用開閉弁6の開閉状態の変化を図4に示す。

【0054】コントロールユニット17は、セル電圧が低下し、時刻Aにてセル電圧が許容下限値より小さくなったことを検出すると（図4（a）、ステップS3）、所定圧力値とするように水素ガス供給調圧弁3を制御する。

【0055】そして、時刻Bにおいて水素ガス圧力を上昇させて所定圧力値とすると（図4（c）、ステップS

4)、パージ用開閉弁6を開状態にする(図4(d)、ステップS5)。このとき、ステップS1での基準水素ガス圧力よりも水素ガス圧力を上昇させているために、更に時刻Bから時刻Cに亘って水素ガス圧力が低下する動圧が発生し(図4(c))、これにより、時刻Bから時刻Cに亘って水素ガス供給流量が増加し(図4(b))、アノード極内での水素ガス流速が上昇する。このように動作することにより、アノード極に滞留した水を吹き飛ばしやすくする。この結果、時刻B以降からセル電圧を上昇させ、セル電圧が許容下限値よりも大きくなったことを検出すると、時刻Dにてパージ用開閉弁6を閉状態にする(図4(d)、ステップS7)。

【0056】なお、図4に示す一例において、時刻B～時刻Cの水素ガス圧力低下分は、パージ用開閉弁6を開状態にした時点にて水素ガスの供給量が不足になるために発生する。また、時刻D以降の水素ガス圧力上昇分は、パージ用開閉弁6を閉状態するのに要する期間に対する水素ガス供給調圧弁3が所定圧力値から通常の圧力値に戻すのに要する期間の遅れにより発生する。

【0057】なお、カソード極側の加湿された空気中の水蒸気の凝縮、及び生成水による水詰まりを解消するためには例えば、コンプレッサ7の流量を上昇させることで空気の動圧を発生させる。

【0058】〔第1実施形態に係る燃料電池システムの効果〕以上、詳細に説明したように、第1実施形態に係る燃料電池システムによれば、加湿器5により加湿した水素ガス中の水蒸気の凝縮によって燃料電池スタック1のアノード極において発生する水詰まりを解消する。

【0059】また、この第1実施形態に係る燃料電池システムでは、パージ用開閉弁6を開状態にした直後の動圧を大きくするために、水素ガス圧力を所定圧力値まで上昇させた後にパージ用開閉弁6を開状態にするので、動圧を増加させて水素ガス流速を上昇させることができ、アノード極での排水を効率的に行うことができる。すなわち、この燃料電池システムによれば、燃料電池スタック1に要求される発電電力によって水素ガス圧力の調整を行って単にパージ用開閉弁6を開状態にする動作と比較して、パージ用開閉弁6を開状態にした直後の動圧を大きくすることができる。

【0060】したがって、この燃料電池システムによれば、パージ用開閉弁6を開状態にしている期間を短縮することができるので、パージ用開閉弁6を開状態にすることによる水素ガス排出量を少なくすることができ、効率的にアノード極側の排水を行うことができる。このように、燃料電池システムによれば、効率的に排水を行うことにより、水素ガスの燃費向上を実現できると共に、排水時間の短縮をするための空気圧力及び水素ガス圧力の低下、発電出力低下、発電による生成ガス低減を行う必要なく、発電出力に影響を与えることなく発電出力を維持したまま排水効率を向上させることができる。

【0061】〔第2実施形態に係る燃料電池システムの構成〕つぎに、第2実施形態に係る燃料電池システムについて図5を参照して説明する。なお、上述した第1実施形態に係る燃料電池システムと同じ部分については同一符号を付することによりその詳細な説明を省略する。

【0062】図5に示す第2実施形態に係る燃料電池システムは、水素ガス循環流路L2に第1パージ用開閉弁18、第2パージ用開閉弁19を設けた点で、第1実施形態に係る燃料電池システムとは異なる。

【0063】このような燃料電池システムにおいて、コントロールユニット17は、第1実施形態と同様に、セル電圧センサ16からのセンサ信号により燃料電池スタック1のセル電圧低下を検出し、第1パージ用開閉弁18及び/又は第2パージ用開閉弁19を開状態にする水排出処理を行う。

【0064】〔第2実施形態に係る燃料電池システムの動作〕つぎに、上述した第2実施形態に係る燃料電池システムの動作について図6のフローチャートを参照して説明する。

【0065】図6によれば、ステップS4の処理の次のステップS11において、コントロールユニット17により、第1パージ用開閉弁18のみを開状態にする制御をする。そして、ステップS6において、セル電圧が許容下限値よりも大きくなったと判定したら、ステップS12において第1パージ用開閉弁18を閉状態にして処理を終了する。

【0066】ステップS6においてセル電圧が許容下限値よりも小さいと判定したときにはステップS8に処理を進め、コントロールユニット17により、ステップS11にて第1パージ用開閉弁18を開状態にした時刻からの経過時間であるパージ開時間が第1設定時間よりも大きいか否かを判定して、パージ開時間が第1設定時間より長くなったと判定したらステップS13に処理を進める。

【0067】ステップS13において、コントロールユニット17により、第2パージ用開閉弁19を開状態にするように制御する。これにより、第1パージ用開閉弁18及び第2パージ用開閉弁19の双方を開状態にし、第1パージ用開閉弁18及び第2パージ用開閉弁19から水素ガス循環流路L2内のガスを排出する状態とする。

【0068】ステップS14において、コントロールユニット17により、第1パージ用開閉弁18及び第2パージ用開閉弁19を開状態にしたことによりセル電圧が許容下限値よりも小さくなったか否かを判定する。セル電圧が許容下限値よりも小さくないと判定したときにはステップS15に処理を進め、コントロールユニット17により第2パージ用開閉弁19を閉状態にし、更にステップS12にて第1パージ用開閉弁18を閉状態にする。

【0069】一方、セル電圧が許容下限値よりも小さいと判定したときにはステップS16に処理を進め、ステップS13にて第2パージ用開閉弁19を開状態にした時刻からのパージ開時間が第2設定時間より長くなったか否かを判定する。パージ開時間が第2設定時間よりも長くなったときにはステップS9に処理を進め、長くないときにはステップS14に処理を戻して第1パージ用開閉弁18及び第2パージ用開閉弁19の双方を開状態にしている状態を保持する。

【0070】なお、第1設定時間及び第2設定時間は、その和が第1実施形態における設定時間となるように設定しても良く、第1実施形態における設定時間を等分した時間としても良い。

【0071】〔第2実施形態に係る燃料電池システムの効果〕以上、詳細に説明したように、第2実施形態に係る燃料電池システムによれば、ステップS11にて第1パージ用開閉弁18を開状態にしてもセル電圧が許容下限値よりも大きくならない場合には、ステップS13にて第2パージ用開閉弁19をも開状態にするので、第1実施形態と比較して、更に水素ガス循環流路L2内の総ガス排出流量を増加することができ、更に動圧を増加させることができる。したがって、この燃料電池システムによれば、セル電圧が許容下限値にまで回復するのにある程度の期間を要する場合に短時間で水排出を行うことができ、効果的に水排出を行うことができる。

【0072】なお、以下に説明する燃料電池システムでは、2つの第1パージ用開閉弁18、第2パージ用開閉弁19を設けた場合について説明したが、これに限るものではなく、更に多くのパージ用開閉弁を設けても同様の効果を得ることができるのは勿論である。

【0073】〔燃料電池システムの他の動作例〕つぎに、上述した第1実施形態に係る燃料電池システム、第2実施形態に係る燃料電池システムにおける他の動作例として、第1動作例、第2動作例、第3動作例について説明する。なお、以下に説明する動作例では、第1実施形態にて使用した符号を付することによりその詳細な説明を省略するが、第2実施形態に係る燃料電池システムであっても適用可能である。

【0074】「第1動作例」第1動作例では、パージ用開閉弁6を開状態にしてもセル電圧が回復しない場合において、水素ガス圧力を段階的に上昇させる動作を行う。

【0075】すなわち、図7に示すように、ステップS5において、パージ用開閉弁6を開状態にしても、セル電圧が所定下限値よりも小さく（ステップS6）、且つパージ用開閉弁6を開状態にした時刻からの経過時間が設定時間よりも短いときに（ステップS8）、ステップS21の処理に移行する。

【0076】ステップS21においては、コントロールユニット17により、現在燃料電池スタック1に供給し

ている水素ガス圧力を水素ガス圧力センサ13からのセンサ信号より取得し、現在の水素ガス圧力と予め設定した許容上限圧力とを比較する。この許容上限圧力は、例えば燃料電池スタック1内の空気圧力との関係から、燃料電池スタック1の機能低下が発生しない程度の圧力値とするように設定されている。

【0077】現在の水素ガス圧力が許容上限圧力よりも大きくないと判定したときには、ステップS22に処理を進め、燃料電池スタック1に供給する水素ガス圧力を、所定上昇圧力分（ α ）だけ高くするように水素ガス供給調圧弁3を制御してステップS6に処理を戻す。これにより、燃料電池スタック1に供給する水素ガス圧力を、ステップS4における基準水素ガス圧力とパージ補正圧力と所定上昇圧力（ α ）との圧力和とする。

【0078】この燃料電池システムでは、パージ用開閉弁6を開状態にした後に、セル電圧が許容下限値であって、パージ開時間が設定時間よりも短く、更に水素ガス圧力が許容上限圧力より小さい場合に、ステップS6、ステップS8、ステップS21、ステップS22の処理を繰り返して行うことにより、水素ガス圧力を段階的に上昇させる。一方、ステップS21において、水素ガス圧力が許容上限圧力よりも大きくなった場合には、コントロールユニット17によりステップS9に処理を進めて燃料電池スタック1の発電を停止させる制御をする。

【0079】このような動作を行う燃料電池システムによれば、段階的に水素ガス圧力を上昇させることにより、更に動圧を増加させることができ、アノード極での排水をより効率的に行うことができる。

【0080】「第2動作例」第2動作例では、セル電圧が許容下限値より小さいと判定してパージ用開閉弁6を閉状態から開状態にした後に、パージ開時間内においてパージ用開閉弁6を周期的に開閉動作させる。

【0081】すなわち、図8（b）に示すように、時刻t11から時刻t12までのパージ開時間において、コントロールユニット17により、時刻t11～時刻t13、時刻t14～時刻t15、時刻t16～時刻t12の期間ではパージ用開閉弁6を開状態にし、時刻t13～時刻t14、時刻t15～時刻t16の期間ではパージ用開閉弁6を閉状態にすることにより、周期的にパージ用開閉弁6を開状態、閉状態で切替動作させる。このようにパージ用開閉弁6を開閉制御する周期は、運転条件、セル電圧の回復度合い等により決定されてコントロールユニット17により制御する。

【0082】このような動作をさせることにより、図8（a）に示すように水素ガス圧力の変動回数を多くすることができる。したがって、この燃料電池システムによれば、水素ガス圧力の動圧発生回数を多くすることができ、アノード極での排水をより効率的に行うことができる。

【0083】また、この燃料電池システムによれば、ス

テップS4の処理の後に周期的にパージ用開閉弁6を開閉制御することにより、動圧を増加させると共に動圧発生回数を多くする相乗作用を発揮させることができ、パージ開時間におけるパージ用開閉弁6からの総水素ガス排出量が少なくても効率的に排水をすることができる。

【0084】なお、この第2動作例では、ステップS4において水素ガス圧力を増加させた後に行う場合について説明したが、水素ガス圧力を増加させずにパージ用開閉弁6を開閉制御した場合であっても、水素ガス圧力の動圧発生回数を多くしてアノード極での排水を効率的に行うことができる。

【0085】「第3動作例」第3動作例では、ステップS4において、水素ガス圧力を上昇させると共に、空気圧力も上昇させる動作をすることによりアノード極とカソード極との差圧を規定値以下とし、更にカソード極の空気圧力を上昇させる前の空気流量を保持するように空気流量を上昇させる。

【0086】すなわち、図9に示すように、セル電圧が低下したことに応じ（図9（a））、ステップS4において水素ガス圧力及び水素ガス流量を上昇させると共に（図9（c）、（b））、空気圧力上昇させることにより（図9（e））、空気供給流量を増加させる（図9（f））。その後、パージ用開閉弁6を開状態にして水素ガス圧力の動圧を発生させる（図9（d））。このとき、コントロールユニット17により、空気圧力センサ14からのセンサ信号を参照して空気圧力を上昇させるように空気調圧弁8を制御すると共に、空気流量センサ15からのセンサ信号を参照しながらコンプレッサ7を制御することにより空気流量を増加させて、目標とする空気流量とする。

【0087】このような動作をさせることにより、燃料電池スタック1からの発電出力を変化させずに空気圧力を上昇させた場合の空気流量を一定とすると、空気圧力が上昇したことにより空気流量が減少し、カソード極での空気流速が減って排水効率が低下することを防止することができる。したがって、この燃料電池システムによれば、空気圧力を上昇させた場合であっても、空気流速を保って排水効率を維持することができる。

【0088】なお、上述の実施の形態は本発明の一例である。このため、本発明は、上述の実施形態に限定されることはなく、この実施の形態以外であっても、本発明に係る技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計等に応じて種々の変更が可能であることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した第1実施形態に係る燃料電池システムの構成を示すブロック図である。

【図2】パージ用開閉弁を閉状態から開状態にし、パージ期間後に閉状態にしたときの水素ガス圧力の変化を説明するための図であり、（a）は水素ガス圧力の時間変化を示し、（b）はパージ用開閉弁の開閉状態の時間変

化を示す。

【図3】本発明を適用した第1実施形態に係る燃料電池システムによる水排出処理の動作手順を示すフローチャートである。

【図4】水排出処理を行ったときにおけるセル電圧、水素ガス流量、水素ガス圧力、パージ用開閉弁の開閉状態の関係を示す図であり、（a）はセル電圧の時間変化を示し、（b）は水素ガス流量の時間変化を示し、（c）は水素ガス圧力の変化を示し、（d）パージ用開閉弁の開閉状態の時間変化を示す。

【図5】本発明を適用した第2実施形態に係る燃料電池システムの構成を示すブロック図である。

【図6】本発明を適用した第2実施形態に係る燃料電池システムによる水排出処理の動作手順を示すフローチャートである。

【図7】本発明を適用した燃料電池システムの第1動作例における処理手順を示すフローチャートである。

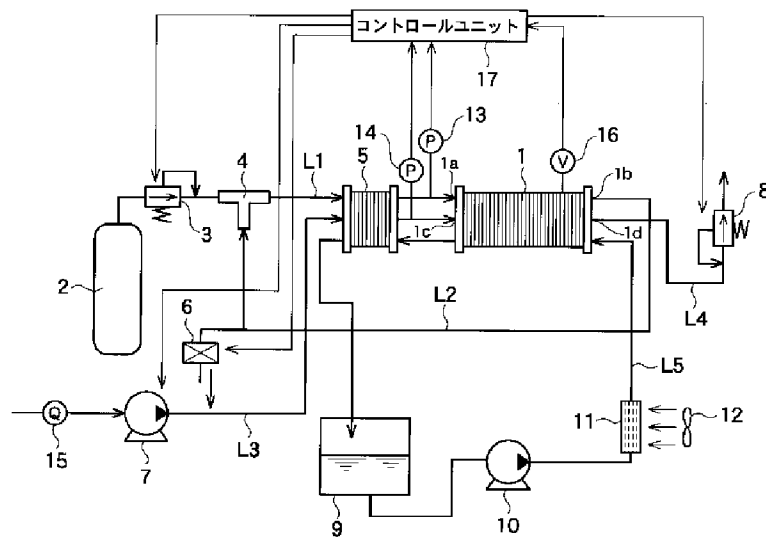
【図8】本発明を適用した燃料電池システムの第2動作例を説明するための図であり、（a）は水素ガス圧力の時間変化を示し、（b）はパージ用開閉弁の開閉状態の時間変化を示す。

【図9】本発明を適用した燃料電池システムの第3動作例を説明するための図であり、（a）はセル電圧の時間変化を示し、（b）は水素ガス流量の時間変化を示し、（c）は水素ガス圧力の変化を示し、（d）パージ用開閉弁の開閉状態の時間変化を示し、（e）は空気圧力の時間変化を示し、（f）は空気流量の時間変化を示す。

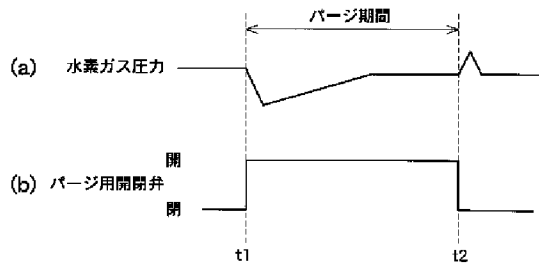
【符号の説明】

- 1 燃料電池スタック
- 2 水素タンク
- 3 水素ガス供給調圧弁
- 4 水素循環装置
- 5 加湿器
- 6 パージ用開閉弁
- 7 コンプレッサ
- 8 空気調圧弁
- 9 水タンク
- 10 水ポンプ
- 11 ラジエータ
- 12 ラジエータファン
- 13 水素ガス圧力センサ
- 14 空気圧力センサ
- 15 空気流量センサ
- 16 セル電圧センサ
- 17 コントロールユニット
- L1 水素ガス供給流路
- L2 水素ガス循環流路
- L3 空気供給流路
- L4 空気排出流路
- L5 水循環流路

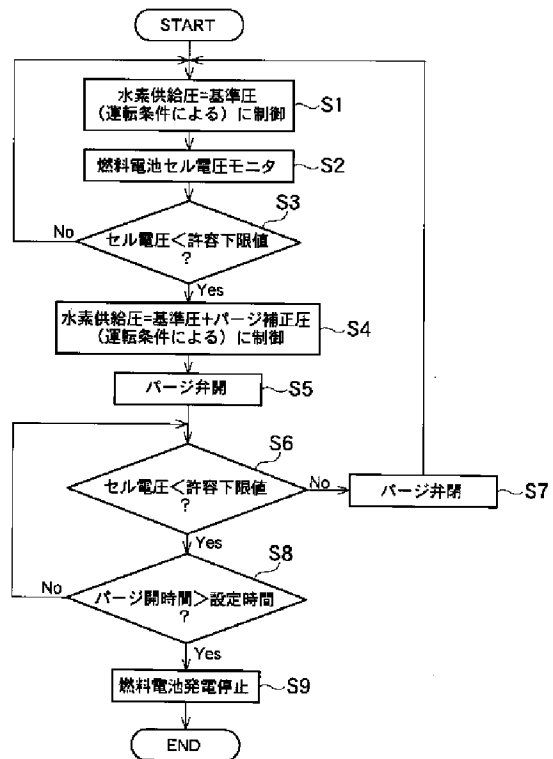
【図1】



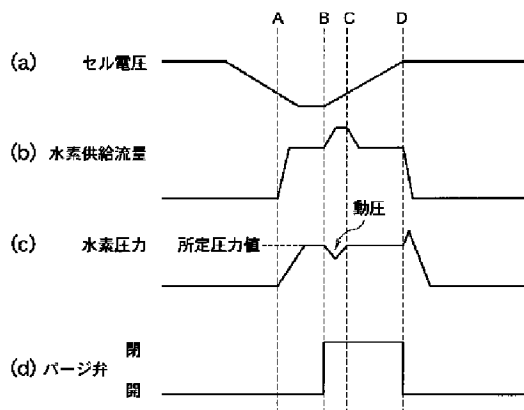
【図2】



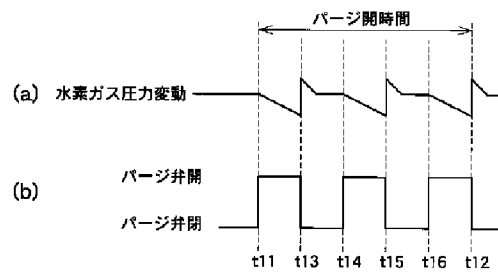
【図3】



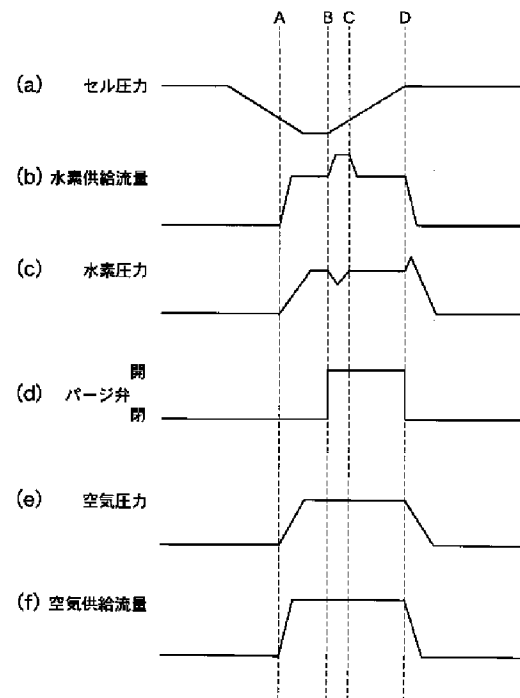
【図4】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H026 AA06 HH06 HH09
5H027 AA06 BA13 BA19 DD00 KK05
KK22 KK54 MM08
5H115 PA12 PC06 PG04 PI18 PU01
SE06 TI05